

Analisis Perbandingan Performansi Protokol Ad Hoc On-Demand Distance Vector dan Zone Routing Protocol Pada Mobile Ad Hoc Network

Bayu Satria Kusuma^{*1}, Diah Risqiwati², Denar Regata Akbi³

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Malang

bayusatriakusuma@gmail.com^{*1}, diah.risqiwati@gmail.com², dregata.dosen@gmail.com³

Abstrak

Jaringan Ad Hoc adalah jaringan wireless dengan beberapa Mobile node yang tidak memiliki router tetap. Setiap node ini dapat berfungsi sebagai router yang dapat mencari dan menangani jalur ke node yang lain dalam suatu jaringan. Setiap node pada jaringan bersifat Mobile sehingga topologi dari jaringannya selalu berubah-ubah. AODV dan ZRP merupakan contoh routing protocol yang efisien untuk jaringan Ad Hoc pada tipe routing protocol masing-masing. AODV untuk tipe routing protocol reactive dan ZRP untuk tipe routing protocol hybrid. Setiap routing protocol tentu akan memiliki kemampuan yang berbeda dalam kecepatan mencari jalur routing dan kemampuan pengiriman jumlah packet dalam jaringan, sehingga Quality of Service (QoS) untuk setiap routing protocol juga berbeda. Oleh karena itu, menjadi penting untuk mengetahui kecepatan dan efisiensi routing protocol dalam menentukan routing yang akan digunakan dalam studi kasus. Dalam Penelitian melakukan analisis QoS jaringan ad hoc pada routing protocol AODV dan ZRP dengan parameter yang di uji adalah End to End Delay, Jitter, Packet Delivery Ratio dan Throughput. Setelah data terkumpul, dilakukan analisa dengan melihat QoS setiap protocol routing. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa masing-masing routing protocol yang diteliti, routing protocol AODV memiliki waktu yang lebih cepat dalam proses pengiriman packet ke node selanjutnya dengan nilai rata-rata 0.3134 detik dari pada routing protocol ZRP yang memiliki nilai 0.3891 detik. Untuk jumlah packet yang terkirim routing protocol ZRP lebih baik dengan rata-rata throughput 963.34 Kb dibandingkan dengan routing protocol AODV.

Kata Kunci: Ad hoc, Ad hoc On-demand Distance Vector, Zone Routing Protocol, Routing Protocol, Quality of Service

Abstract

Ad Hoc network is a wireless network with a couple of Mobile nodes that do not have a fixed router. Each node can function as a router which can find and handle paths to other nodes in a network. Each node on the network are Mobile so that the topology of the network is always changing. AODV and ZRP is an example of an efficient routing protocol for Ad Hoc network on the type of each routing protocol. AODV is reactive routing protocol and ZRP is for hybrid routing protocol. Each routing protocol will certainly have different capacities to search routing paths in the network and traffic delivery number in the packet network, so the Quality of Service (QoS) for each routing protocol always different. Therefore, it becomes important to know the speed and efficiency routing protocol to determine the routing path. This study was to analyze initialization QoS on the ad hoc network routing protocol AODV and ZRP with the parameters is the End to End Delay, Jitter, Packet Delivery Ratio and Throughput. After the data were collected, we do some analyzed by look at the QoS each routing protocol routing. The test results show us that each routing protocol inspected, AODV routing protocol has a faster time in the process of sending the packet to the next node with average score 0.3134 second than routing protocol ZRP. For a number of packets sent ZRP routing protocol have an average score 963.34 Kb is better than AODV routing protocol.

Keywords: Ad hoc, Ad hoc On-demand Distance Vector, ZRP, Routing Protocol, Quality of Service

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia untuk melakukan komunikasi semakin besar dari waktu ke waktu. Saat ini, komunikasi bergerak menjadi kebutuhan komunikasi yang sudah tidak terpisahkan lagi bagi manusia. Begitu juga halnya dengan kebutuhan komunikasi untuk daerah-daerah yang belum dijangkau oleh infrastruktur tetap. Kehadiran *Mobile Ad hoc Network* (MANET) menjadi jawaban untuk komunikasi yang belum mempunyai infrastruktur yang tetap. MANET adalah sebuah jaringan yang terdiri dari beberapa *node-node* yang bersifat *Mobile*, dimana *node-node Mobile* tersebut dapat berkomunikasi dengan tanpa menggunakan jalur komunikasi permanen, atau bersifat sementara (*ad hoc*) [1].

Fungsi dari jaringan MANET sangat tergantung *routing protocol* menentukan rute diantara *node*. *Routing* adalah proses pemilihan jalan pada jaringan yang digunakan untuk mengirimkan paket data ke *node* tujuan. *Routing protocol* berbeda dengan *routing*. *Routing protocol* adalah standarisasi yang melakukan kontrol terhadap arah pergerakan *node* dalam meneruskan paket diantara perangkat komputasi dalam MANET, dimana *routing protocol* berfungsi untuk mencari jalur rute terbaik dari jalur yang di lalui melalui mekanisme pembentukan tabel *routing* [2].

Mekanisme *protocol routing* yang ada di MANET umumnya dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu *proactive*, *reactive*, dan *hybrid*. *Protocol proactive* bertugas untuk memperbarui tabel *routing* secara berkala, sedangkan *protocol reactive* berfungsi untuk membentuk rute jika suatu *node* meminta untuk dibuatkan rute pengiriman pesan, *hybrid routing protocol* ini adalah jenis *protocol* yang mempertimbangkan keuntungan dari jenis lainnya, yaitu *reactive routing protocol* dan *proactive routing protocol*. *Zone Routing Protocol* (ZRP) menggabungkan kedua jenis *protocol* tersebut dengan menggunakan *Intrazone Routing Protocol* (IARP) sebagai bagian dari *proactive routing protocol* dan *Interzone Routing Protocol* (IERP) sebagai bagian dari *reactive routing protocol*. Sedangkan tanggung jawab untuk pengiriman *request routing*, ZRP menggunakan *Broadcast Resolution Protocol* (BRP).

Routing protocol reactive juga memiliki beberapa *protocol* yang dapat digunakan dalam MANET, sebagai contoh *Ad Hoc On-Demand Distance Vector* (AODV), *Dynamic Source Routing* (DSR), dan *Associatively-Based Routing* (ABR). Dalam hal ini AODV merupakan *protocol routing* yang bersifat *reactive*. *Protocol* ini bersifat *reactive*, karena *protocol* ini mulai bekerja saat ada permintaan dari *source node* untuk mencari jalur-jalur yang digunakan untuk mengirimkan pesan ke *node* tujuan. AODV berusaha untuk menemukan jalur yang tidak ada *loop* dan menemukan jalur terpendek untuk menuju *node* tujuan [3].

Pada penelitian ini, penulis melakukan perbandingan kinerja performansi dari *routing protocol* AODV dan ZRP yang bertujuan untuk mengetahui kelemahan dan kelebihan dari masing-masing *protocol* jika diterapkan pada jaringan MANET, sehingga diharapkan dapat dijadikan acuan untuk melakukan pemilihan *protocol routing* terbaik pada jaringan MANET.

2. Metode Penelitian

2.1 Jaringan Ad Hoc

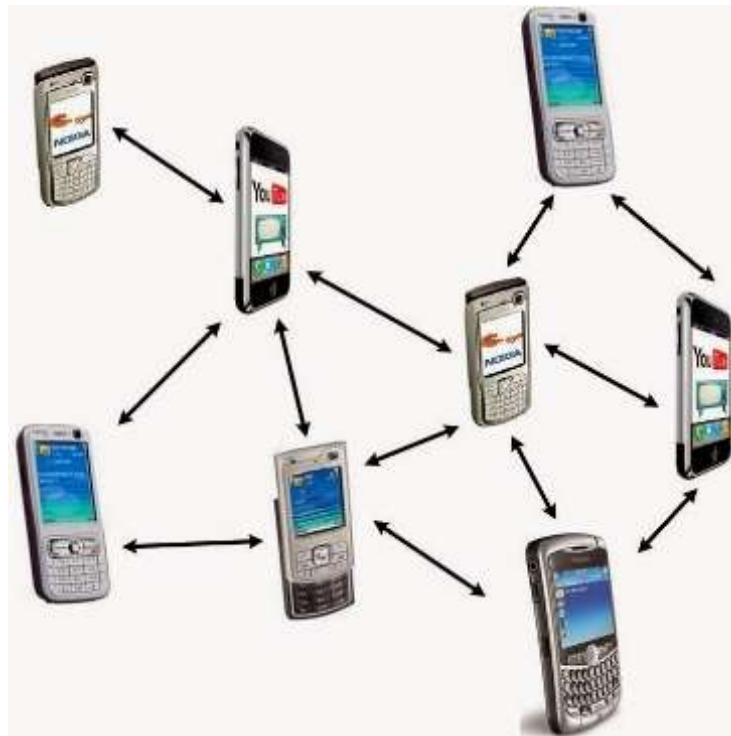
Jaringan *wireless* yang terdiri dari kumpulan *mobile node* (*mobile station*) yang bersifat dinamik dan spontan, dapat diaplikasikan dimana pun tanpa menggunakan bantuan jaringan infrastruktur (*Access Point*) yang telah ada. Pada jaringan *ad-hoc* sendiri terbagi menjadi 7 jenis jaringan [2], yaitu:

1. WANET (*Wireless Ad Hoc Network*)
2. MANET (*Mobile Ad Hoc Network*)
3. VANET (*Vehicular Ad Hoc Network*)
4. SPANs (*Smartphone Ad Hoc Network*)
5. iMANETs (*Internet Based Mobile Ad Hoc Network*)
6. Military / Tactical MANETs
7. SPAN (*Self Powered Ad Hoc Network*).

2.2 Jaringan MANET (*Mobile Ad Hoc Network*)

MANET adalah sebuah jaringan yang terdiri dari beberapa *node* yang bersifat *mobile*, dimana *node-node mobile* tersebut dapat berkomunikasi dengan tanpa menggunakan jalur komunikasi yang permanen, atau bersifat sementara (*ad hoc*) [1]. *Node-node* dalam jaringan ini berfungsi juga sebagai *router* yang bertanggung jawab untuk mencari dan menangani rute ke

setiap *node* dalam jaringan. MANET yang ingin interkoneksi dengan *fixed host* harus melewati *gateway* terlebih dahulu.



Gambar 1. Jaringan MANET [2]

Pada Gambar 1, MANET bebas terhubung ke segala arah atau bergerak secara independen (bebas), maka dari itu penerusan ke perangkat lain sering berubah dan meneruskan ke lalu lintas jaringan yang tidak terkait.

2.3 Protocol MANET

Mekanisme protocol routing yang ada di MANET umumnya dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu *proactive*, *reactive* dan *hybrid* [4], antara lain:

2.3.1 Proactive Routing

Algoritma *proactive* mengelola tujuan pengiriman paket dan rute yang dilewati dengan cara mendistribusikan *routing* tabel ke seluruh jaringan. Hal ini dapat memperlambat aliran data jika terjadi restrukturisasi *routing* tabel karena harus mengulang proses tersebut dari awal lagi.

2.3.2 Reactive Routing

Algoritma *reactive* mencari rute (*on demand*) dengan cara membanjiri jaringan dengan paket *router request*. Sehingga dapat menyebabkan jaringan penuh (*clogging*).

2.3.3 Hybrid Routing

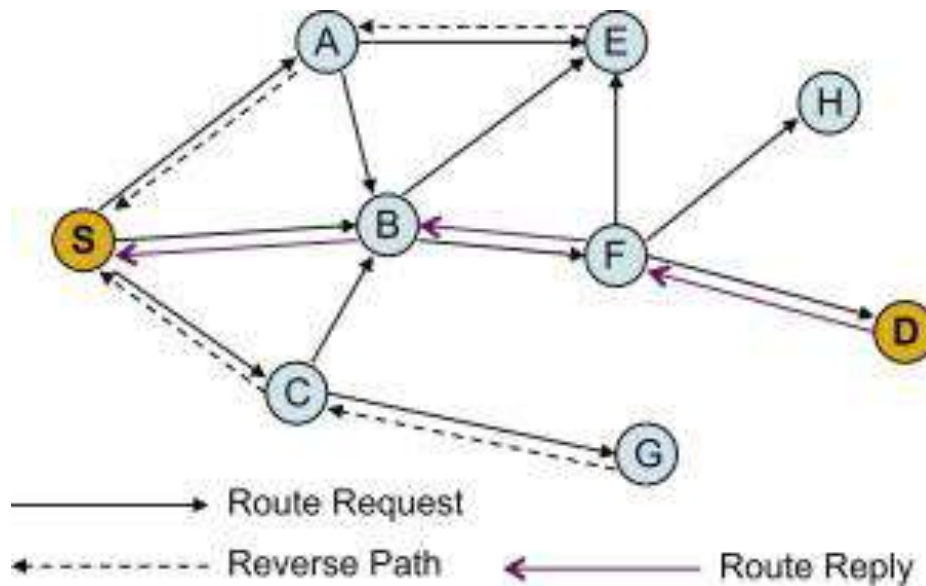
Tipe *protocol* ini menggabungkan antara *proactive routing* dengan *reactive routing*. Sehingga jenis *routing* ini dapat berperan sesuai dengan kebutuhan saat terjadi pengiriman paket.

2.4 Protocol AODV

AODV merupakan *protocol routing* yang bersifat reaktif. *Protocol* ini bersifat reaktif karena *protocol* ini mulai bekerja saat ada permintaan dari *source node* untuk mencari tahu jalur-jalur yang digunakan untuk mengirimkan pesan ke *node* tujuan. AODV berusaha untuk menemukan jalur yang tidak ada loop dan menemukan jalur terpendek untuk menuju *node* tujuan [1].

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, AODV bekerja ketika ada permintaan dari *source node* untuk menemukan rute menuju *destination node* karena ada pengiriman pesan. Untuk menemukan jalur yang terbaik bagi *source node*, maka AODV melakukan *route discovery* dengan menyebarkan *route request* (RREQ) ke semua *node* yang bersebelahan dengan *source*

node. *Node* tetangga tersebut mengirimkan RREQ ke *node* tetangganya lagi hingga berakhir di *node* tujuan. Setelah RREQ sampai ke *node* tujuan, maka *node* tujuan membalas pesan RREQ dengan *route reply* (RREP). Jalur yang dipilih tentunya rute dengan jarak terpendek dan *cost* yang lebih rendah dibandingkan dengan jalur lainnya, seperti tergambar pada Gambar 2.

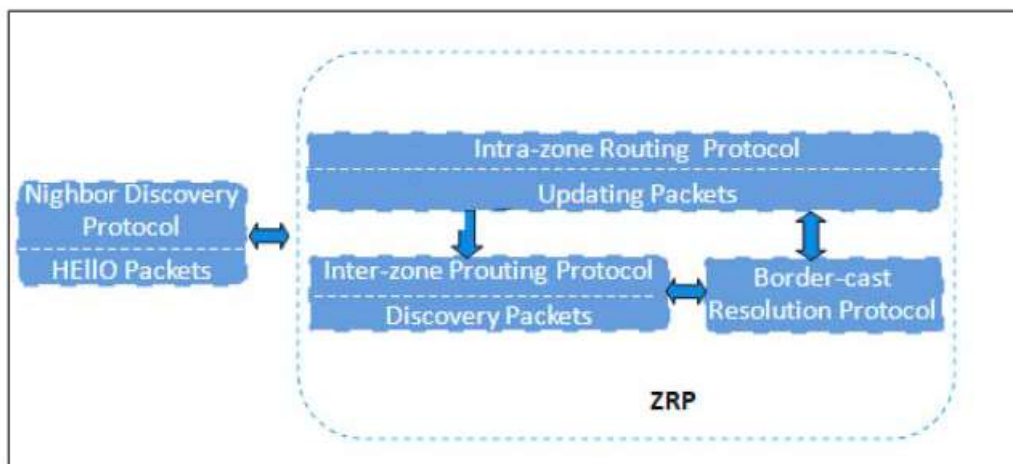


Gambar 2. Proses Route Discovery Pada AODV [1]

2.5 Protocol ZRP

Zone routing protocol (ZRP) adalah salah satu dari contoh *hybrid routing protocol* dan pengertian *hybrid routing protocol* sendiri adalah kombinasi dari kedua tipe *protocol routing*, *proactive routing protocol* dan *reactive routing protocol* [5] [6].

Pada Gambar 3, ZRP terdiri dari dua prosedur, *intra-zone routing protocol* (IARP) dan *inter-zone routing protocol* (IERP). IARP digunakan di dalam *zone routing* [7], dan IERP digunakan saat jarak antara sumber (*source*) serta tujuan (*destination*) lebih lebar daripada radius *zone routing* [7]. Setiap *device* harus menjaga informasi *routing* dari seluruh *device* di dalam *zona routing*, dan memperbarui informasi ketika topologi berubah. Ketika jarak menuju *destination* lebih pendek daripada *zona radius*, *destination* dapat ditemukan oleh IARP berdasarkan informasi *routing* pada setiap *device*. Akan tetapi, jika *destination* berada diluar *zona*, IERP bergantung pada *broadcasting* sebuah *route request* untuk mencari atau menemukan *destination*. Untuk permintaan rute yang berada *diluar area network*, mekanisme kontrol permintaan dilakukan oleh BRP [8]. Setiap *device* yang menerima *route request* selalu mengulangi prosedur yang sama sampai *destination* ditemukan.



Gambar 3. Arsitektur Zone Routing Protocol (ZRP) [9]

2.6 Quality of Service

Quality of service (QoS) dari sebuah jaringan adalah kemampuan dalam sebuah jaringan tersebut untuk menyediakan layanan terhadap lalu lintas data jaringan tersebut. QoS pada jaringan *ad hoc* menjadi penting karena kelebihan yang dimiliki oleh jaringan *wireless ad hoc*, yaitu *node-node* yang ada dapat bertambah dan berpindah pada akhirnya berpengaruh terhadap jarak antar *node* dan trafik jaringan kualitas layanan *network* terhadap mobilisasi data di dalamnya. Dengan adanya QoS pada jaringan *mobile ad hoc*, diharapkan jaringan dapat memberikan layanan yang lebih baik dan terencana. Penilaian QoS meliputi *throughput*, *end to end delay*, *jitter*, dan *packet delivery ratio*.

2.7 Network Simulator-2

Network simulator-2 adalah perangkat lunak untuk kebutuhan simulasi aplikasi, *protocol*, tipe jaringan, elemen-elemen jaringan, pemodelan jaringan, dan pemodelan lalu-lintas jaringan. *network simulator-2* menggunakan dua buah bahasa pemrograman standar, yaitu simulator berorientasi obyek yang ditulis dalam C++ dan OTcl (*object oriented extension of Tcl*) untuk eksekusi terhadap perintah-perintah yang ditulis sebagai *script* dari NS-2.

2.8 Perl

Perl adalah bahasa yang bersifat *open source* untuk berbagai *platform system* operasi seperti: Unix/Linux, MVS, VMS, Ms DOS/Windows, Macintosh, OS/2, Amiga, dsb [10]. Bersifat *open source* artinya tersedia secara bebas, jadi tidak perlu takut masalah pembajakan *software* seperti ketika Anda menggunakan produk Microsoft.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Analisa Sistem

Berdasarkan perancangan yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, simulasi yang dibangun pada penelitian tugas akhir ini menggunakan *network simulator-2* yang nantinya digunakan untuk membuat simulasi topologi jaringan yang diuji.

3.2 Analisa Masalah

Dengan memilih *routing protocol* AODV dan ZRP dari begitu banyaknya jenis *routing protocol* yang ada, maka dapat mempermudah masyarakat memilih jenis *routing protocol* mana yang digunakan. AODV dan ZRP dipilih karena kedua jenis *routing protocol* tersebut berbeda, dimana AODV merupakan *reactive routing* dan ZRP *hybrid routing*. Kedua *routing* tersebut mempunyai karakteristik berbeda.

3.3 Analisa Kebutuhan Sistem

Beberapa *software* dan spesifikasi *hardware* yang dibutuhkan untuk dapat membangun simulasi yang sesuai dengan fungsi dan kebutuhan yang telah dirancang, diantaranya:

1. Software

Perangkat lunak yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

network simulator-2: perangkat lunak untuk kebutuhan simulasi aplikasi, *protocol*, tipe jaringan, elemen-elemen jaringan, pemodelan jaringan dan pemodelan lalu-lintas jaringan. Pembuatan simulasi sendiri menggunakan gabungan Bahasa antara C++ dan Tcl.

2. Hardware

Adapun perangkat keras yang dibutuhkan diantaranya:

Personal Computer (PC)

Spesifikasi dari PC yang digunakan untuk melakukan simulasi jaringan ini, penulis menggunakan laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. *Processor*: Intel Core-i5
2. *RAM*: 8Gb
3. *Storage*: 20Gb (untuk menjalankan virtual Ubuntu)
4. *Graphic*: NVidia Gforce 720M

3.4 Perancangan Simulasi Jaringan

Simulasi dilakukan dengan posisi *node* yang tidak beraturan atau acak. *Node* yang dibuat adalah dengan menggunakan jaringan *wireless*. *Node* juga bergerak secara acak, tidak terpacu dalam kondisi tertentu. Paket yang dikirim dari satu *node* ke *node* yang lainnya ditentukan dalam

skenario yang sudah dibuat sesuai dengan kebutuhan. Selama proses pengiriman paket terjadi hasil dicatat setiap aktivitas QoS (*Quality of Service*) ke dalam *file log* yang berformat **tr*. Setelah proses pengiriman paket selesai maka dilakukan analisa terhadap *file log* tersebut agar dapat diketahui QoS pada masing-masing *protocol*.

3.5 Parameter Simulasi

Dalam simulasi jaringan yang dilakukan penulis terdapat 2 parameter yang menjadi acuan, parameter pertama membahas tentang gambaran umum dari simulasi yang digunakan dan parameter kedua membahas tentang gambaran *node* yang digunakan dalam simulasi tersebut.

3.5.1 Parameter Simulasi Jaringan

Alur simulasi yang digunakan untuk analisis QoS jaringan pada *routing protocol* AODV dan ZRP adalah dengan membuat pola posisi yang sama antara *routing protocol* AODV dan ZRP. Dengan begitu bisa dibandingkan antara *routing protocol* AODV dan ZRP. Beberapa asumsi digunakan dalam merancang simulasi, tertera di Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Simulasi yang Diujikan

Kriteria	Keterangan
Luas Area	1000m x 1000m
Jumlah <i>Node</i>	25 <i>node</i>
<i>Node</i> Awal	5 <i>node</i>
Jumlah <i>Node</i>	5, 10, 15, 20, 25
Waktu Simulasi	10 detik
<i>Routing</i> Protokol	AODV dan ZRP
Parameter QoS	<i>Jitter, Packet Delivery Ratio, Delay, Throughput</i>

3.5.2 Parameter *Node*

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah simulasi dengan menggunakan *network simulator-2.33*. Pada Tabel 2 menjelaskan kecepatan dan pergerakan *node* sudah ditentukan sehingga *node* dapat bergerak sesuai dengan skenario. Model ini dapat membuat *node* memilih tujuan yang sudah ditetapkan. Ketika sebuah *node* mencapai posisi tujuannya, *node* tersebut berhenti selama waktu yang sudah ditentukan.

Tabel 2. Parameter Setiap *Node*

Parameter	Nilai
Tipe Kanal	<i>Wireless Channel</i>
Model Propagasi	<i>Two Ray Groung</i>
Tipe <i>Network Interface</i>	<i>Wireless</i>
Tipe MAC	<i>IEEE 802.11</i>
Maksimal Paket dalam Antrean	50
Tipe Antrean	<i>Drop Tail</i>
Waktu Simulasi	10 detik
Jenis Paket	CBR
<i>Routing protocol</i>	AODV/ZRP
Model Pergerakan <i>Node</i>	<i>Random Way Point</i>
Kecepatan Maksimal	10m/s

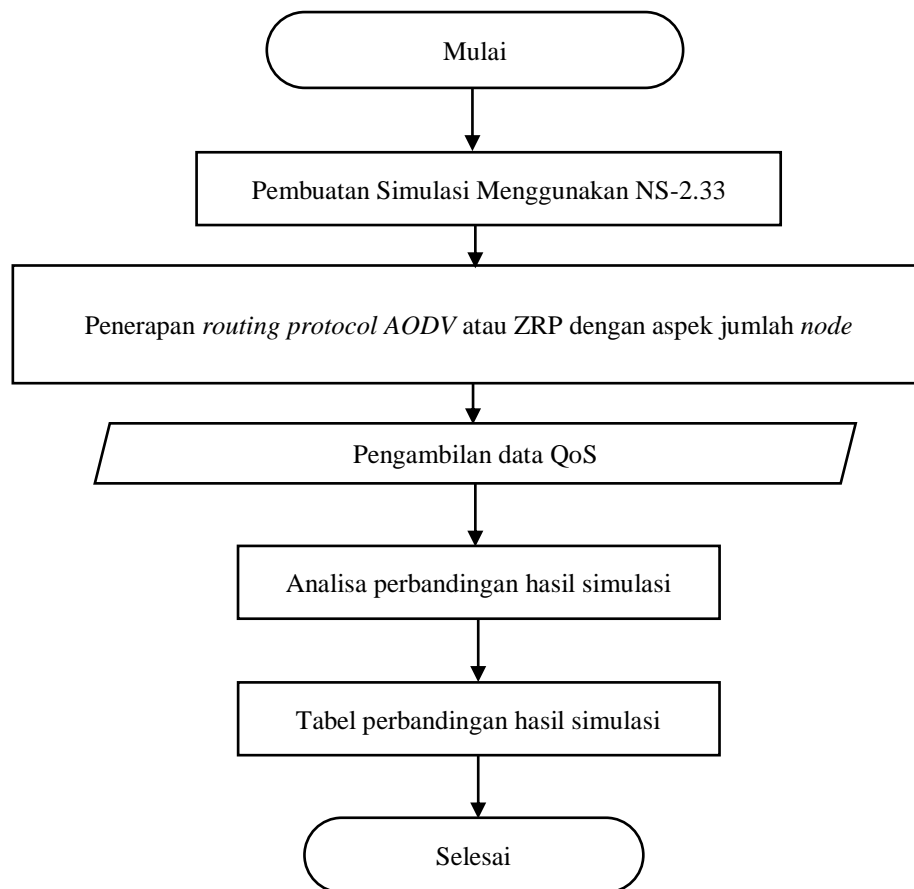
3.6 Topologi Jaringan

Topologi jaringan dari jaringan MANET pada *routing protocol* AODV, ZRP dibuat menjadi beberapa kondisi sebagai berikut:

1. Posisi *node* ditentukan dan posisi *node* dibuat semirip mungkin antara AODV dan ZRP.
2. Pergerakan posisi *node* dibuat secara *random*.

3.7 Flowchart

Flowchart dari simulasi yang dilakukan pada jaringan MANET dengan menggunakan *routing protocol* AODV dan ZRP seperti Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Alur Simulasi

4. Implementasi

4.1 Implementasi Simulasi

Untuk membandingkan performansi dari QoS pada *routing protocol* AODV dan ZRP maka dilakukan tahap skenario perencanaan simulasi jaringan dengan parameter yang telah ditentukan. Topologi dibuat sesuai dengan skenario yang sudah dibuat dari posisi awal *node* tersebut. Untuk mendapatkan data yang diperlukan, digunakan program tcl *script* untuk mendapatkan *trace file* yang dihasilkan oleh NS-2.

Setelah simulasi selesai dijalankan maka menghasilkan beberapa *output file* dalam ekstensi *file* yang berbeda-beda seperti .tr dan .nam. *Output file* dari simulasi yang dibutuhkan untuk kepentingan analisis ini adalah *output file* dengan ekstensi *file.tr*. *Output file* ini merekam setiap pertukaran data yang terjadi yang dilakukan oleh setiap *node* selama simulasi berjalan. Berdasarkan data yang ada pada *output file* inilah penulis menganalisis aliran paket AODV, ZRP pada setiap *node* asal dan *node* tujuan paket AODV, ZRP.

4.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan sesuai dengan skenario perencanaan simulasi yang telah ditentukan dengan menggunakan *script tcl*. Dalam penelitian ini alur pengujian ini dimulai dengan penentuan posisi *node* awal, penempatan *node* dibuat semirip mungkin antara *protocol* AODV dan ZRP, kemudian *node* ditambahkan sebanyak 5 *node* setiap simulasi. Dari percobaan yang dilakukan menghasilkan data sebanyak 10 data dan ditampilkan dalam bentuk sebuah tabel dan grafik.

4.3 Simulasi Jaringan

Pada Gambar 5 menjelaskan proses awal untuk membuat sebuah *node* dalam sebuah simulasi yang dijalankan. Dalam potongan *script* diatas menjelaskan mulai dari tipe kanal yang

digunakan, jaringan berupa jaringan *wireless*, hingga lama sebuah proses simulasi berakhir. Potongan *script* diatas adalah jenis *routing protocol* AODV.

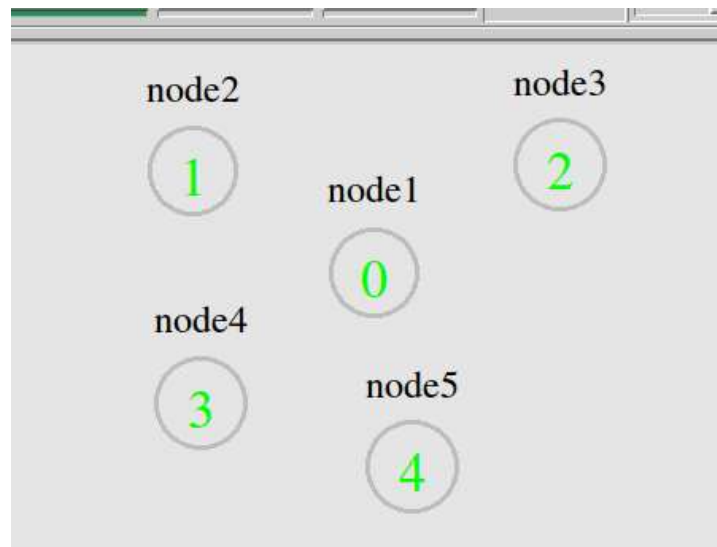
```

=====
#      Simulation parameters setup
=====
set val(chan)    Channel/WirelessChannel    ;# channel type
set val(prop)    Propagation/TwoRayGround   ;# radio-propagation model
set val(netif)   Phy/WirelessPhy           ;# network interface type
set val(mac)     Mac/802_11                 ;# MAC type
set val(ifq)     Queue/DropTail/PriQueue    ;# interface queue type
set val(ll)      LL                         ;# link layer type
set val(ant)     Antenna/OmniAntenna        ;# antenna model
set val(ifqlen)  50                         ;# max packet in ifq
set val(nn)      5                          ;# number of mobilenodes
set val(rp)      AODV                       ;# routing protocol
set val(x)       858                        ;# X dimension of topography
set val(y)       502                        ;# Y dimension of topography
set val(stop)    10.0                      ;# time of simulation end

```

Gambar 5. Parameter Node

Pada Gambar 6 menunjukkan posisi awal dari setiap *node* pada *routing protocol* AODV yang diujikan dengan jumlah *node* 5. Gambar diatas dijalankan dengan NS-2.33 menggunakan perintah “#ns node-5.tcl”



Gambar 6. Topologi AODV 5 Node

```

s 0.046664078 _0_ MAC --- 0 ARP 86 [0 ffffffff 0 806] ----- [REQUEST 0/0 0/3]
r 0.047352765 _4_ MAC --- 0 ARP 28 [0 ffffffff 0 806] ----- [REQUEST 0/0 0/3]
r 0.047352796 _1_ MAC --- 0 ARP 28 [0 ffffffff 0 806] ----- [REQUEST 0/0 0/3]
r 0.047352825 _3_ MAC --- 0 ARP 28 [0 ffffffff 0 806] ----- [REQUEST 0/0 0/3]
r 0.047352827 _2_ MAC --- 0 ARP 28 [0 ffffffff 0 806] ----- [REQUEST 0/0 0/3]
.
.
s 0.048220320 _3_ MAC --- 0 ARP 86 [13a 0 3 806] ----- [REPLY 3/3 0/0]
r 0.048909067 _0_ MAC --- 0 ARP 28 [13a 0 3 806] ----- [REPLY 3/3 0/0]

```

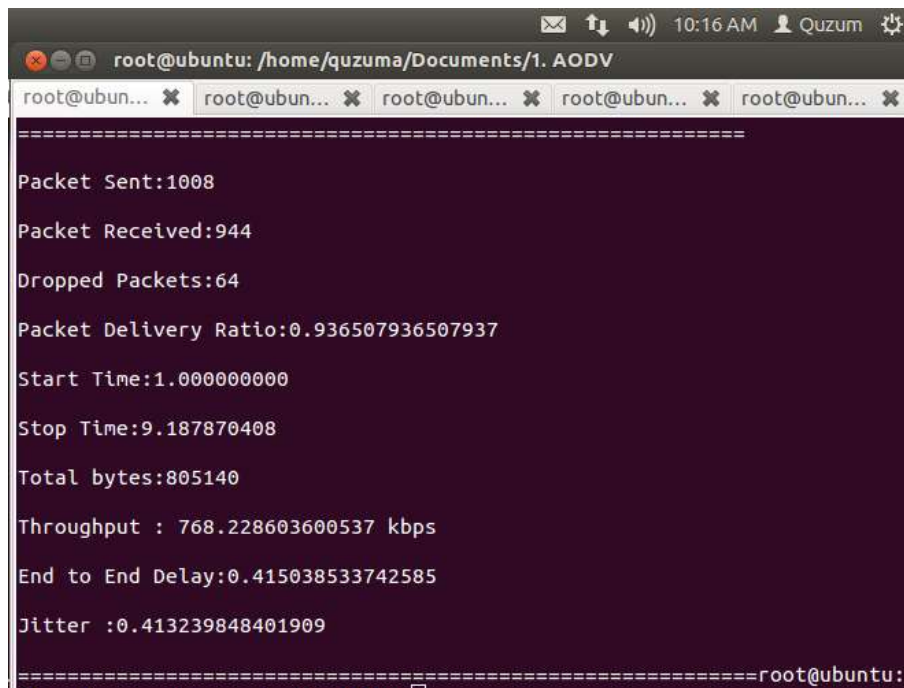
Gambar 7. File Trace Penemuan Jalur

Proses Gambar 7 merupakan proses penemuan jalur, atau proses pembentukan tabel *routing*. Proses dimulai dengan proses *broadcasting* ke *node-node* terdekat dari *node* sumber, kemudian mulai membentuk tabel *routing* sesuai dengan protokol yang digunakan.

```
print "\n\n=====";
print "\n\nPacket Sent:". $send;
print "\n\nPacket Received:". $receive;
print "\n\nDropped Packets:". ($send-$receive);
print "\n\nPacket Delivery Ratio:". ($receive/$send);
print "\n\nStart Time:". $starttime;
print "\n\nStop Time:". $stoptime;
print "\n\nTotal bytes:". $byte;
print "\n\nThroughput : ". ($byte/($stoptime-$starttime))*(8/1024)." kbps";
print "\n\nEnd to End Delay:". $delay/$s;
print "\n\nJitter :". $totaldiff/$jittersample;
print "\n\n=====";
```

Gambar 8. File *all.pl*

Pada Gambar 8 adalah potongan *script* untuk menjalankan fungsi *perl* agar dapat mengetahui QoS dari masing-masing *routing protocol* yang diujikan. Dengan menjalankan perintah "*perl all.pl out-5.tr*" pada terminal Ubuntu maka hasil dari QoS ditampilkan seperti pada Gambar 9.



```
=====
Packet Sent:1008
Packet Received:944
Dropped Packets:64
Packet Delivery Ratio:0.936507936507937
Start Time:1.000000000
Stop Time:9.187870408
Total bytes:805140
Throughput : 768.228603600537 kbps
End to End Delay:0.415038533742585
Jitter :0.413239848401909
=====root@ubuntu:
```

Gambar 9. Hasil Simulasi AODV 5 Node

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari simulasi jaringan pada MANET pada *routing protocol* AODV dan ZRP menggunakan NS-2.33 adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat sebuah alur simulasi harus membuat *script* dengan *file* berekstensi *.tcl, dimana *file* berisi tentang penginisialisasian *routing* yang digunakan, jumlah paket yang dikirimkan, posisi *node*, jumlah *node*, dll. Dari hasil proses simulasi maka akan menghasilkan *file* dengan ekstensi *.tr dan *.nam, dimana *file* *.tr berisi tentang data hasil simulasi untuk

- mengetahui QoS dari simulasi tersebut sedangkan *.nam untuk animasi dari proses simulasi agar lebih mudah dipahami pergerakan dan pengiriman paket setiap *node*.
2. Hasil dari *throughput* yang lebih bagus dihasilkan dengan menggunakan *routing protocol* ZRP. Hal ini dikarenakan ZRP menganalisis *node* tujuan terlebih dahulu sehingga dalam pengiriman paket lebih baik. Dengan nilai rata-rata *throughput* pada ZRP adalah 963.34 Kb dibandingkan dengan AODV yang hanya 920.04 Kb.
 3. *Delay* paling sedikit terjadi pada *routing protocol* AODV dibandingkan dengan ZRP yang lebih cenderung memiliki *delay* lebih besar. Dengan menghasilkan nilai rata-rata sebesar 0.3134 dibandingkan dengan ZRP yang lebih besar yaitu 0.3891
 4. *Jitter* dari masing-masing *protocol* dapat disimpulkan bahwa *routing protocol* ZRP memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan AODV. Dikarenakan AODV mengirimkan paket dengan *node* tujuan terdekat. Dengan nilai *jitter* dari AODV adalah 0.9026.

Berdasarkan rata-rata waktu *routing* dalam pengiriman paket dari masing-masing *routing protocol*, *protocol* AODV lebih cocok digunakan untuk jaringan yang memiliki jumlah 25 *node*, karena waktu dibutuhkan untuk membuat tabel *routing* lebih cepat dibandingkan dengan ZRP

5.2 Saran

Proses simulasi pada jaringan MANET yang menggunakan simulator NS-2.33 pada *routing protocol* AODV dan ZRP ini masih memiliki beberapa kekurangan yang dapat berguna untuk pengembangan selanjutnya, saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Simulasi pada MANET ini tidak hanya terpaku pada AODV dan ZRP saja, namun bisa dilakukan pada *routing protocol* lainnya.
2. Jumlah *node* dalam simulasi ini bisa dibuat lebih bervariasi dengan posisi *node* yang bervariasi juga untuk mendapatkan hasil yang lebih bagus lagi.
3. Pengembangan simulasi yang tidak hanya terpaku untuk MANET saja namun bisa untuk WANET, VANET, dsb.

Untuk hasil simulasi yang lebih bagus kedepannya variasi dalam keadaan jaringan antar *node* bisa ditambahkan seperti mobilitas jaringan yang lebih bervariasi.

Referensi

- [1] E. H. Harahap, "Analisis Performansi Protokol AODV (Ad Hoc On Demand Distance Vector) dan DSR (Dynamic Source Routing) Terhadap Active Attack Pada MANET (Mobile Ad Hoc Network) Ditinjau dari Qos (Quality Of Service)," Tugas Akhir Universitas Telkom, Vol. 34, 2014.
- [2] W. Desy, N, "Simulasi Kinerja Protokol Optimized Link State Routing (OLSR) dan Temporary Ordered Routing Algorithm (TORA) Pada Mobile Ad-Hoc Network Menggunakan OPNET," Tugas Akhir Politeknik Negeri Manado, 2016.
- [3] H. E. Wahanani, J. T. Informatika, F. T. Industri, N. Disjoint, N. D. Path, "Kinerja Protokol Dsr Pada Jaringan Manet Dengan Metode Node Disjoint and Alternative Multipath," September, Pp. 33–41, 2013.
- [4] F. Yoniko, "Analisa Perbandingan Kinerja Protokol OLSR Dan DSDV Pada Mobile Ad Hoc Network (MANET)" Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Malang., September, 2016
- [5] N. Beijar, "Zone Routing Protocol (ZRP)," Netw. Lab. Helsinki Univ. Technol. Finl., Pp. 1–12, 2002.
- [6] Z.J. Haas, M. R. Pearlman, P. Samer, "Intrazone Routing Protocol (IARP)," Internet Draft, 2001, available at: <http://tools.ietf.org/id/draft-ietf-MANETs-iarp-01.txt>
- [7] Z.J. Haas, M. R. Pearlman, P. Samer, "The Bordercast Resolution Protocol (BRP)," Internet Draft, 2001, available at: <http://tools.ietf.org/id/draft-ietf-MANETs-brp-01.txt>
- [8] Z.J. Haas, M. R. Pearlman, P. Samer, "Interzone Routing Protocol (IERP)," Internet Draft, 2001, available at: <http://tools.ietf.org/id/draft-ietf-MANETs-ierp-01.txt>
- [9] Y. H. Arinatal, "Analisis Kecepatan Inisialisasi Jaringan Ad Hoc Pada Routing Protocol AODV, OLSR, dan ZRP Dengan NS 2," Tugas Akhir Universitas Sanata Dharma., Mei, 15 2015.
- [10] S. Alicia, N. Xaverius, "Prototipe Aplikasi Sistem Informasi Akademik Pada Perangkat Android," Ejournal Unsrat, Vol. 2 No. 5, 2013

